PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G06K 9/48 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 98/37507**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. August 1998 (27.08.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00242

(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juni 1997 (16.06.97)

(30) Prioritätsdaten:
402/97 21. Februar 1997 (21.02.97) CH

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: KABA SCHLIESSSYSTEME AG [CH/CH]; Mühlebühlstrasse 23, CH–8620 Wetzikon (CH).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: HAUKE, Rudolf [DE/DE]; Bergstrasse 70, D–89168 Niederstotzingen (DE).

(74) Anwalt: FREI PATENTANWALTSBÜRO; Postfach 768, CH–8029 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

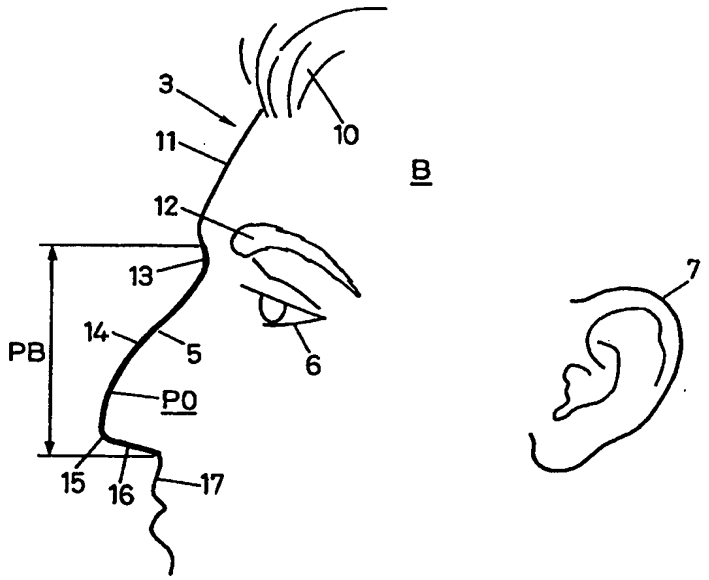
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATIC FACE RECOGNITION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUTOMATISCHEN GESICHTSERKENNUNG

(57) Abstract

To automatically recognize the face of a person in real time or on the basis of a photo document, a digital image (B) of a side view of the head (3) is produced by means of an electronic picture–recording device (21) and a profile curve (P0) determined by linear extraction. Said curve extends at least from a base area (PB) reaching from the end of the forehead to the lower end of the nose. From the profile curve a strongly reduced quantity of data is generated by evaluation algorithms (24) to serve as model (K) of the person concerned. This allows for especially simple biometric face identification requiring minimum memory space for the model code (K).



(57) Zusammenfassung

Zur automatischen Gesichtserkennung einer Person in Echtzeit oder von einem Bilddokument wird mittels eines elektronischen Bildaufnahmegeräts (21) aus einer Seitenansicht des Kopfes (3) ein digitales Bild (B) aufgenommen und durch Linienextraktion eine Profilkurve (P0) ermittelt. Diese erstreckt sich mindestens über einen Basisbereich (PB) von Stirnende bis zu unterem Nasenende. Aus der Profilkurve wird durch Auswertungsalgorithmen (24) eine stark reduzierte Datenmenge als Muster (K) der Person generiert. Dies ermöglicht, eine biometrische Gesichtsidentifikation auf besonders einfache Weise und mit minimalem Speicherbedarf für den Mustercode (K).

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUTOMATISCHEN GESICHTSERKENNUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Gesichtserkennung einer Person in Echtzeit oder von einem Bilddokument mittels eines elektronischen Bildaufnahmegerätes. Bei bisher bekannten Systemen zur automatischen Gesichtserkennung werden aus einer Frontalansicht einer Person Merkmale bestimmt und zur Identifikation herangezogen, wie dies z.B. in einem Übersichtsartikel in Discover, Dezember 1995, S. 59 - 87 von MIT-Media Labs erläutert wird. Die bekannten Verfahren erfordern jedoch einen extrem hohen Rechen- und Speicheraufwand und damit verbunden einen entsprechend hohen Kosten- und Zeitbedarf für eine Gesichtsaufnahme und die daraus abgeleitete Bestimmung eines Mustercodes. Es sind dazu sehr aufwendige und komplizierte Programme, z.B. auch einschliesslich neuronaler Algorithmen, erforderlich, weil die Aufnahmebedingungen bzw. das ganze Frontalbild einer gegebenen Person sich in weiten Bereichen permanent ändern können durch sehr unterschiedliche Gesichtsausdrücke, Lächeln, unterschiedliche Frisuren, Haar- und Bartwuchs sowie auch infolge von Gewichtsänderungen. Auch durch Änderungen von Gesichtsfarbe und Make-up können Kontraste des Gesichtsbildes in weiten Bereichen ändern. Dadurch wird in dreierlei Hinsicht ein hoher Aufwand erforderlich:

- zum einen ist ein hoher Speicherbedarf von z.B. 10 bis 100 kByte für die Aufnahme eines Bildes erforderlich
- und zweitens ist auch für das Muster, d.h. die möglichst komprimierte Form der Merkmale, immer noch ein relativ hoher Speicherbedarf von mehr als 1 kByte erforderlich.
- Drittens sind wie erwähnt sehr aufwendige Rechenprogramme und Algorithmen erforderlich.

Aus diesen Gründen befinden sind bisherige Gesichtserkennungssysteme mittels Frontalansichten im wesentlichen noch im Forschungs- und Versuchsstadium und sind noch kaum in eine kommerzielle Anwendung gelangt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit welcher die Identifikation einer Person anhand geometrischer Gesichtsparameter wesentlich einfacher, mit viel geringerem Rechen- und Speicheraufwand sicher und kostengünstig durchführbar ist, so dass damit kommerziell einsetzbare Systeme mit relativ geringem Systemaufwand und Speicherbedarf realisierbar sind. Und so dass auch kostengünstige Speichermedien, beispielsweise Magnetkarten oder Barcodes, zur Speicherung eines Musters ausreichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung nach Anspruch 18.

Mit der Aufnahme einer Seitenansicht der Person und der daraus ermittelten Profilkurve werden sehr gut definierte und nahezu unveränderbare geometrische Gesichtsparameter erfasst, welche sich auf ein sehr kompaktes Muster mit einer Codelänge von z.B. nur 20 -30 Byte auf einfache Art komprimieren lassen. Hierdurch wird die eineindeutige Beschreibung einer Person mit guter Erkennungssicherheit möglich mit einem Speicherbedarf, welcher z.B. auch

auf Magnetkarten, in einem Bar-Code, oder im EEPROM eines berührungslosen passiven Idenifikationsträgers Platz findet. Diese Profilkurve ist überdies bildmässig einfach aufzunehmen und das komprimierte Codemuster mit geringem Rechenaufwand, d.h also insgesamt mit geringem Systemaufwand, mit relativ einfachen Algorithmen ermittelbar.

Wie aus der Schädelanatomie medizinisch bekannt ist, ist die Hautdicke über den Knochen im Bereich der Stirn- und Augenpartie sowie der Knochen- und Knorpelstruktur der Nase dünn und wenig veränderlich. Im Bereich um die Nase herum ist diese Profilkurve überdies kaum vom Gesichtsausdruck, z.B. Lächeln oder Verzerren der Gesichtszüge, abhängig. Somit stellen diese Bereiche aus biometrischer Sicht geeignete invariante Merkmale zur Identifikation dar. Vorteilhaft ist dabei auch, dass diese Bereiche keinen Haarwuchs aufweisen. Dies gilt auch für zusätzliche Gesichtsbezugspunkte, wie ein Augenbezugspunkt oder ein Ohrbezugspunkt, bei welchen ebenfalls kein örtlicher Haarwuchs vorhanden ist.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung mit weiteren Verbesserungen bezüglich Erkennungssicherheit, geringem Systemaufwand und Speicherbedarf, sowie bezüglich Ermittlung von Merkmalen, Durchführung und Auswertung der Bildaufnahmen und auch bezüglich der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens. Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Beispielen weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Kopfes mit Profilkurve und Basisbereich

Fig. 2 eine Profilkurve mit Profilkurvenpunkten und Kopfbezugspunkten

Fig. 3 Bilder einer Person in Frontal- und Seitenansicht mit Profilkurvenpunkten

Fig. 4 ein Beispiel mit Bezugspunkten zur Bestimmung von Hilfsgeraden

Fig. 5 eine Bestimmung von Profilkurvenpunkten

Fig. 6a, b die Bestimmung von Augenbezugspunkten

Fig. 7 die Bestimmung eines Ohrbezugspunktes

Fig. 8 eine Profilkurve mit invarianten und varianten Teilbereichen

Fig. 9 eine Profilkurve mit Störungen

Fig. 10 eine erfindungsgemässe Vorrichtung als Erkennungsstation und ein Identifikationsmedium IM mit gespeichertem Muster

Fig. 11a eine Vorrichtung mit verschiedenen Aufnahmerichtungen W von Profilkurven

Fig. 11b eine daraus resultierende Profilkurvenschar

Fig. 12 eine Anlage mit mehreren Erkennungsstationen und zugeordneten Funktionsstationen.

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Kopfes 3 einer Person, wobei von einem Bilddokument oder von der Person in Echtzeit mittels eines elektronischen Bildaufnahmegeräts (Bildscanner oder Videokamera) ein digitales Bild B mit Ohr 7, Auge 6, Haaren 10 und mit einer Profilkurve P0, welche sich über Stirn 11, Augenbrauen 12, Nasenwurzel 13, Nasenrücken 14, Nasenspitze 15, Nasenflügel 16 bis zur Oberlippe 17 erstreckt. Die Profilkurve P0 wird z.B. mittels sequentieller Methoden als Linienverfolgung oder durch parallele Methoden mittels Kantenextraktion aus dem digitalen Bild B ermittelt. Aus der Profilkurve P0 wird ein möglichst invarianter Basisbereich PB definiert, welcher sich mindestens vom Stirnende bis zum unteren Nasenende erstreckt. Aus der Profilkurve P0 und im speziellen aus dem Basisbereich PB (ergänzt durch mögliche weitere Merkmale, wie im folgenden erläutert wird) wird durch Auswertungsalgorithmen eine stark reduzierte Datenmenge als Muster K der Person generiert. Dies entspricht einem sehr kompakten, persönlichen biometrischen Profilcode. Aus der sehr grossen Datenmenge des ursprüng-

lichen digitalen Bildes B wird im ersten Schritt durch Auswertungsprogramme eine reduzierte Datenmenge von z.B. 1 KByte für die Profilkurve P0 und weitere Merkmale erzeugt und daraus ein biometrisches Muster K auf z.B. nur noch 20 - 30 Byte komprimiert.

Figur 2 zeigt eine Profilkurve P0 einer Person mit Profilkurvenpunkten PPi als charakteristische Orte auf der Profilkurve P0 sowie mit Kopfbezugspunkten PFi, welche eindeutig definiert ermittelt werden. Solche definierbare Profilkurvenpunkte sind:

PP1 Stirnende
PP2 Nasenanfang
PP3 Nasenspitze
PP4 unteres Nasenende
PP5 Stirnansatz
PP6 Haaransatz
PP7 Nasenrücken (welcher z.B. als Mitte zwischen PP2 und PP3 definiert werden kann).

In Figur 2 sind auch zwei weitere Beispiele möglicher Basisbereiche angegeben, wobei PB1 einen sehr enggefassten Basisbereich darstellt von PP4 bis kurz oberhalb von PP2 reichend und PB2 einen relativ grossen Basisbereich darstellt, welcher über PP4 hinaus und bis in die Stirn 7 hineinreicht. Diese Basisbereiche PB können personenspezifisch gewählt werden, so dass z.B. die Frisur oder ein Schnurrbart nicht in den Basisbereich für die betreffende Person hineinreicht.

Figur 3 zeigt eine fotografische Aufnahme einer Person in Frontal- und Seitenansicht. Dies illustriert, dass die Profilkurve sowie Profilkurvenpunkte PPi

und meist auch Kopfbezugspunkte PFi relativ gut definiert bestimmbar sind, während die Ermittlung von Merkmalen aus einer Frontalansicht wesentlich schwieriger und damit viel aufwendiger ist. Aus der Seitenaufnahme ist auch ersichtlich, dass die Merkmale Profilkurve sowie Profilkurvenpunkte und Kopfbezugspunkte PFi durch Störungen wie Frisur, Brillen oder schlechter Kontrast auch stellenweise verdeckt oder nicht gut definierbar sein können. Dies wird in Figur 9 noch weiter erläutert. Zur Erzeugung eines Musters K aus Bildaufnahmen ist es auch möglich, ins Bild zusätzlich bestimmte Punkte von Hand festzulegen, z.B. den Augenbezugspunkt oder den Ohrbezugspunkt oder auch Profilkurvenbereiche mit schlechtem Kontakt von Hand einzutragen. Auch solche ergänzenden Eingaben können zur Mustererzeugung ins automatische Verfahren eingebracht werden. Eine wichtig Anwendung ergibt sich damit in der Polizeiarbeit, wenn die sehr grosse Menge von vorhandenen Polizeiaufnahmen an verschiedenen Orten durch das erfindungsgemässe Verfahren rasch und einfach in einen kurzen persönlichen Profilcode transformiert und gespeichert werden kann, so dass in kürzester Zeit von einer zu überprüfenden Person ein Muster erstellt und mit dieser sehr grossen Menge von bestehenden Polizeifotos bzw. Mustern verglichen werden kann.

Figur 4 zeigt ein Beispiel mit Profilkurvenpunkten PPi und Kopfbezugspunkten PFi, mit welchen Hilfsgeraden H, G eindeutig definiert ermittelt werden können, als Hilfsmittel zur Musterbestimmung, z.B. auch für iterative Programmschritte. In diesem Beispiel wird durch die Kopfbezugspunkte PP2 und PP4 eine Profilgerade G definiert, welche im Prinzip der Richtung des Profils einer Person entspricht. Der Ohrbezugspunkt PF2 und der Punkt PP4 definieren hier eine Horizontale H als Hilfsgerade. Mit einer Hilfsgeraden als einer Koordinatenachse und einem Punkt als Koordinaten-Nullpunkt (mit X = 0 und Y = 0), hier z.B. für den Punkt PP4, und mit der Horizontalen H als X-Achse wird ein orthonormales Koordinatensystem X, Y definiert. Zur Skalie-

rung des Musters K bzw. des digitalen Bildes B und der daraus abgeleiteten Mustermerkmale P0 usw. können die relativen Abstände Aij zwischen zwei gut definierten Punkten (ij) verwendet werden, hier z.B. der Abstand A32 zwischen PP3 und PP2 oder auch der Abstand A24. Auch der Abstand PP4 - PF2 könnte zur Skalierung verwendet werden, wobei jedoch der Ohrbezugspunkt PF2, der nicht in der Mittelebene des Kopfes liegt, stark von der genauen Ausrichtung des Kopfes bezüglich Drehwinkel W abhängig ist. Dies wird weiter erläutert zu Fig. 11.

Figur 5 illustriert eine Bestimmung von Profilkurvenpunkten PPi, welche beispielsweise als Berührungspunkte von Tangenten an die Profilkurve P0 definiert werden, wobei die Tangenten eine geeignete Richtung bezüglich der Hilfgeraden G oder H aufweisen. So wird hier die Nasenspitze PP3 als Berührungspunkt mit einer Tangente definiert, welche einen Winkel von 45° zur Hilfsgeraden G aufweist. Analog dazu kann auch der Punkt PP4 bestimmt sein - und der Punkt PP2 z.B. als Berührungspunkt der Profilkurve P0 mit der Hilfsgeraden G.

Die Figuren 6 und 7 illustrieren die Bestimmung von definierten Kopfbezugspunkten PFi als weitere Merkmale zur Ermittlung des Musters K aus dem digitalen Bild B. Nach Figur 6a wird ein Augenbezugspunkt PF1 als Schnittpunkt von oberem und unterem Augenlid 42, 43 definiert, wobei hilfsweise zusätzlich aus dem digitalen Bild B auch der Augenbogen 46 und der Augapfel 41 approximativ bestimmt werden können. Eine andere Variante besteht nach Fig. 6b darin, die Winkelhalbierende 45 von oberem und unterem Augenlid 42, 43 zu bestimmen und deren Schnittpunkt mit der Kontur des Augapfels 41 als Augenbezugspunkt PF1 zu definieren.

Nach Figur 7 wird ein Ohrbezugspunkt PF2 bestimmt als Mittelpunkt des Innenohrs 50. Dazu werden aus dem digitalen Bild B weitere Ohrmerkmale ermittelt wie Aussenkontur 48 des Ohrs 7, Ohrläppchen 49, Ohrmuschelbogen 52 und Knorpeldeckel 51 beim Eingang zum Innenohr. Dazu können z.B. Ohr-Modellkurven und iteratives Vorgehen in einem Ohrerkennungsprogramm als Unterprogramm einbezogen werden.
Als weitere Variante könnte der Ohrbezugspunkt PF2 auch als Schwerpunkt der Ohrfläche (bestimmt aus 48, 49) definiert werden.

Figur 8 illustriert an einer Profilkurve P0 Teilbereiche, welche mehr oder weniger invariant sind, d.h. von der Mimik unabhängig, unbeweglich:
Invariante Teilbereiche TI bilden der Nasenrücken 14, von Nasenspitze 15 bis zur Nasenwurzel 13 sowie der obere Teil der Stirn von PP6 bis PP8. (Wobei dieser obere Teil oft von Stirnhaaren überdeckt sein kann und dann natürlich nicht zur Bestimmung des Musters K verwendet wird.)
Wenig variante, nur leicht bewegbare Teilbereiche TV liegen im Bereich der Augenbrauen 12 und der Nasenflügel 16.
Einen zunehmend stärker varianten Teilbereich TVV bildet die Oberlippe 17 in Richtung zum Mund hin.

Auch wenn eine Person dazu angehalten wird, während einer Profilaufnahme ein möglichst entspanntes Gesicht zu präsentieren, so ist es doch vorteilhaft, wenn zur Musterbestimmung die Teilbereiche entsprechend ihrer Bewegbarkeit unterschiedlich gewichtet werden: die invarianten Teilbereiche TI werden stark und die varianten Teilbereiche TV, TVV wenig bis gar nicht einbezogen.

Analog dazu werden auch Teilbereiche von Profilkurven und weiteren Merkmalen behandelt, welche durch Störungen schlecht erkennbar und definierbar

sind. Diese Teilbereiche werden zur Musterbestimmung entweder gar nicht verwendet oder neutralisiert.

Zu Probleme und Störungen:

- Brillen: in manchen Anwendungen ist es oft nicht möglich, das Abnehmen von Sehbrillen zu verlangen.
- Schmuck und andere Anhängsel: z.B. Ringe an Augenbrauen, Nase, Oberlippe, Ohren, welche wohl abwechselnd getragen werden können, sind jedoch bei einem Identifikationvorgang nicht abnehmbar.
- Haare und Bartwuchs können vor allem Stirn, Ohr, Oberlippe und auch Auge verdecken, wobei auch dies bei zivilen Identifikationsvorgängen im allgemeinen nicht möglich ist zu ändern.

Solche personenspezifische Störungen sind in Figur 9 illustriert. Diese Profillinie P0 weist verschiedene Störungsbereiche PS auf:

PS1 eine Frisur, welche die Stirn und oft auch einen Ohrbezugspunkt PF2 teilweise oder ganz überdeckt,

PS2 ein Bereich der Augenbrauen, welcher die Profillinie unterbrechen kann,

PS3 Brillen, welche sowohl Profillinie als auch einen Augenbezugspunkt PF1 stören können,

PS4 ein schwacher oder fehlender Kontrast, hier im Bereich des Nasenrückens,

PS5 Schmuck, z.B. ein Nasenring

sowie ein Schnurrbart 18.

Solche Störungen können z.B. durch Unterprogramme erfasst und isoliert werden, um daraus eine ungestörte Profillinie im betreffenden Bereich zu generieren. Auch zu diesen Unterprogrammen können wiederum Modellkur-

ven hilfsweise beigezogen werden. Generell sind solche Störungsbereiche PS entsprechend der Stärke der Störung bei der Bestimmung des Musters K weniger stark zu gewichten.
Aus der Menge der Merkmale (P0, PPi, PFi, G, H) können Vergleichsbereiche V als Teilmengen personenspezifisch definiert werden zum Identifikationsvergleich eines Musters.

Im ganzen Verfahren - zuerst zur Ermittlung der Merkmale P0, PPi, PFi aus dem digitalen Bild B und anschliessend zur Bestimmung des komprimierten Mustercodes K - sind sequentielle und iterative Schritte bzw. Unterprogramme mit Plausibilitätsmodellen einsetzbar, wie dies an einigen Beispielen erläutert ist.

Auch mit der Art der elektronischen Bildaufnahme können Störungen z.T. überwunden werden bzw. mehr Merkmale besser definiert erfasst werden, z.B.

- indem mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Beleuchtung zur Kontrasterhöhung (PS3 in Fig. 9) gemacht werden,
- oder durch eine Bildaufnahme mit weicher, biologisch unschädlicher Röntgenstrahlung zur Erfassung der Profilkurve P0 und weiterer Merkmale ohne Haarüberdeckung und z.B. auch ohne Kopftücher
- oder es kann z.B. auch mittels mehrerer Aufnahmen eine Profilkurvenschar (Fig. 11) aufgenommen werden, wobei der Ausrichtungswinkel W auch nur sehr wenig um die Nullrichtung herum variiert werden kann, zur Bestimmung der bestausgerichteten Profilkurve P0.

Mit diesen erfindungsgemässen, sehr kompakten Mustern K (mit sehr geringem Speicherbedarf) können auf einfachste Art alle an sich bekannten Identifikations-, Verifikations- und Authentifikationsaufgaben auch dezentral einfach und rationell ausgeführt werden. Dabei wird zum Vergleich zweier Mu-

ster K1 und K2, z.B. eines Musters eines aktuellen Bildes K2 mit einem Vergleichsmuster K1 aus einem zugeordneten Speicher (welcher eine Datenbank oder auch ein Identifikationsmedium sein kann) mittels mathematischer Verfahren ein Abweichungswert D = K1 - K2 bestimmt und mit einem vorgebbaren Schwellwert (Akzeptanzschwelle) S verglichen.

Dabei können individuelle, personenspezifische Schwellwerte S vorgegeben werden. Beispielsweise abhängig davon, wie gut ein Profilcode K von einer bestimmten Person zu ermitteln ist und andererseits auch davon, wie wichtig diese Identifikationsaufgabe für diese Person ist.

Figur 10 zeigt eine Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens in Form einer Erkennungsstation 20. Diese weist ein elektronisches Bildaufnahmegerät 21 auf zur Aufnahme eines digitalen Bildes B vom Kopf 3 einer Person, hier in Form einer CCD-Kamera mit Infrarotbeleuchtung von verschiedenen Seiten auf den Kopf hin gerichtet. Eine Auswertungselektronik 24 mit Programmen 27 dient zur Bestimmung der Profilkurve P0 und weiterer Merkmale PPi, PFi, welche mittels Auswertungsalgorithmen 25 in ein Muster Ki komprimiert werden. Ein Eingabegerät 26 dient zur Eingabe von Personendaten, personenspezifischen Werten, Schwellwerten S und zur Wahl von Betriebsmoden. Ein Ausgabegerät, welches mit dem Eingabegerät 26 kombiniert sein kann, dient zur Ausgabe von Daten und Signalen an eine Schnittstelle, bzw. an zugeordnete Funktionsstationen 70.

Vergleichsmuster Kj können in einer zugeordneten Datenbank 29 oder auch auf einem persönlichen Identifikationsmedium IM gespeichert sein. Diese Erkennungsstation 20 kann sowohl dezentral unabhängig betrieben werden, als auch mit einem übergeordneten System verbunden sein (Fig. 12).

Eine besonders vorteilhafte Ausführung besteht in der Verwendung von unpersönlichen Identifikatinsmedien IM wie Karten, Badges oder elektronische Schlüssel, welche das eigene Muster K enthalten zusammen mit weiteren Zugangs- und Funktionsberechtigungen 71. Dann müssen die biometrischen Verifikationsdaten, d.h. das persönliche Muster K, nicht mehr in einem System verwaltet werden, sondern sie sind nur auf der persönlichen Karte IM gespeichert. Die Zugangs- und Funktionsberechtigungen 71 werden durch den Vergleich der Daten 71 und des Musters K1 im Identifikationsmedium mit den Daten und einem Muster K2, welches in Echtzeit von der Erkennungsstation aufgenommen wird, bestimmt. In dieser Anwendung entfällt somit das Abspeichern von biometrischen Daten (persönliches Muster K), was z.B. auch aus Datenschutzgründen für bestimmte Einsatzbereiche gefordert werden kann. Dank der möglichen kurzen Codelänge von beispielsweise 20 - 40 Byte kann das Muster K1 auch in besonders vorteilhaften passiven berührungslosen Identifikationsmedien gespeichert sein, welche z.B. EEPROM-Speicher mit 256 Byte aufweisen.

Figur 10 zeigt ein Ausrichtungsmittel 23, mit welchem die Kopfhaltung der Person zur Bildaufnahme genau ausgerichtet werden kann, d.h. mit der Nase in Richtung W = 0. Diese Ausrichtungsmittel können z.B. Anzeigen und Führungs- oder Ausrichtungsmarken verwenden, so dass die aufzunehmende Person ihre Kopfhaltung danach genau mit dem Winkel W = 0 ausrichten kann.

Zur Skalierung des aufgenommenen Bildes B und der Profilkurve P0 können Skalierungsmittel wie eine Distanzmessung 61 zur Kamera 21 eingesetzt werden.

Ein Ausrichtungsmittel 23 wird auch im Beispiel von Fig. 11a eingesetzt, um eine Profilkurvenschar P0, P1, P2, P3 aufzunehmen mit leicht unterschiedlichen Ausrichtungswinkeln W von z.B. W = 0, 10°, 20°, 30°, -10°, -20°, -30°. Zur Bestimmung einer optimalen, genau definierten Profilkurve P0 (mit W = 0) können auch einige Seitenaufnahmen in einem engen Winkelbereich, z.B. zwischen + 10° und -10° aufgenommen werden und daraus die optimale Profilkurve P0 interpoliert werden. Zur Einstellung des Winkels W kann einerseits

- der Kopf der Person festgehalten bleiben, während das Bildaufnahmegerät 21 um den Winkel W gedreht wird
- oder es kann der Kopf der Versuchsperson, geführt durch ein Ausrichtungsmittel 23, gedreht werden
- oder die Person kann auch auf einem um den Winkel W drehbaren Stuhl mit unbewegtem Kopf sitzen.

Figur 11b illustriert eine so erzeugte Profilkurvenschar P0, P1, P2, wobei die erkennbaren Merkmale mit zunehmendem Drehwinkel W ändern und abnehmen.

Figur 12 zeigt eine Anlage mit mehreren Erkennungsstationen 20, welche mit einer zugeordneten Datenbank 29 mit Vergleichsmustern Kj, mit einem Ereignisspeicher 28, einem zentralen Leitrechner 30 und mit zugeordneten Funktionsstationen 70 verbunden sind. Die Zugangs- und Funktionsberechtigungen 71 zu diesen Funktionsstationen 70 sind personenspezifisch in Identifikationsmedien gespeichert und/oder können von der Zentrale 30 ausgegeben werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur automatischen Gesichtserkennung einer Person in Echtzeit oder von einem Bilddokument mittels eines elektronischen Bildaufnahmegeräts, dadurch gekennzeichnet, dass aus einer Seitenansicht des Kopfes (3) der Person ein digitales Bild (B) aufgenommen wird, woraus durch Linienextraktion eine Profilkurve (P0) ermittelt wird, welche sich mindestens über einen Basisbereich (PB) von Stirnende bis zu unterem Nasenende erstreckt und welche Profilkurve durch Auswertungsalgorithmen (24) in eine reduzierte Datenmenge als Muster (K) der Person transferiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem digitalen Bild (B) zusätzlich charakteristische Orte auf der Profilkurve als Profilkurvenpunkte (PPi) eindeutig definiert ermittelt werden wie Stirnende (PP1), Nasenanfang (PP2), Nasenspitze (PP3), unteres Nasenende (PP4), Stirnansatz (PP5) zur Bestimmung des Musters (K).

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem digitalen Bild (B) zur Bestimmung des Musters (K) zusätzlich charakteristische Kopfbezugspunkte (PFi), insbesondere ein Augenbezugspunkt (PF1) und/oder ein Ohrbezugspunkt (PF2), definiert ermittelt werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des Musters (K) aus Profilkurve P0, Profilkurvenpunkten PPi und Kopfbezugspunkten PFi eindeutig definierte Hilfsgeraden (G, H) ermittelt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Hilfgerade eine Profilgerade (G) aus Profilkurve P0 und Profilkurvenpunkten PPi ermittelt wird, z.B. durch PP2 und PP4 definiert.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Hilfsgerade eine Horizontale (H) aus einem Kopfbezugspunkt (PFi) und einem Profilkurvenpunkt (PPi) ermittelt wird, z.B. durch PP4 und PF2 definiert.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweidimensionales orthonormales Koordinatensystem X,Y definiert wird durch eine Hilfsgerade (G, H) als eine Koordinatenachse und durch einen Profilkurvenpunkt (PPi) oder einen Kopfbezugspunkt (PFi) als Koordinaten-Nullpunkt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein relativer Abstand Aij zwischen zwei Punkten der Punktmenge PPi und PFi ermittelt und zur Skalierung des Musters (K) verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mustermerkmale (P0, PPi, PFi, G, H) sequentiell und iterativ ermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Vergleich zweier Muster K1, K2, z.B. des Musters eines aktuellen Bildes (K2) mit einem Vergleichsmuster (K1) aus einem zugeordneten Speicher, mittels mathematischer Verfahren ein Abweichungswert D = K1 - K2 bestimmt und mit einem vorgebbaren Schwellwert (Akzeptanzschwelle) S verglichen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Muster-Vergleich individuelle, personenspezifische Schwellwerte (S) vorgegeben werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass personenspezifische Vergleichsbereiche V als Teilmengen der Mustermerkmale (P0, PPi, PFi, G, H) zum Vergleich der Muster definiert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Vergleich der Muster Teilmengen der Merkmale gebildet werden, welche zum Vergleich unterschiedlich gewichtet werden und wobei dem Basisbereich (PB) der Profilkurve die stärkste Gewichtung zugeordnet ist.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Störungen (PS) an bestimmten exponierten Stellen der Profilkurve durch Unterprogramme erfasst und die Störungen isoliert und separiert werden zur Ermittlung der ungestörten Profillinie P0.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Seitenaufnahmen der Person mit unterschiedlichen Drehwinkeln W zur Bestimmung einer Profilkurvenschar (P0, P1, P2) aufgenommen werden.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahme mit weicher, biologisch unschädlicher Röntgenstrahlung durchgeführt wird zur Erfassung der Profilkurve P0 ohne Haarüberdeckung.

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Zugangs- und Funktionsberechtigungen (71) für zugeordnete Funktionsstationen (70) personenspezifisch und/oder schwellwertspezifisch definiert sind.

18. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 als Erkennungsstation (20), gekennzeichnet durch
ein elektronisches Bildaufnahmegerät (21) zur Aufnahme eines digitalen Kopfbildes (B),
eine Auswertungselektronik (24) mit einem Programm (27) zur Bestimmung einer Profilkurve P0 und mit Auswertungsalgorithmen (25) zur

Generierung eines Musters (K) und ein Eingabegerät (26) zur Eingabe von Personendaten.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch
eine Auswertungselektronik mit Programmen (27) zur Bestimmung von Profilkurven (P0), Profilkurvenpunkten (PPi) und Kopfbezugspunkten (PFi),
ein Eingabegerät (26) zur Eingabe von Personendaten, personenspezifischen Werten und zur Wahl von Betriebsmoden,
eine zugeordnete Datenbank (29) mit Vergleichsmustern (Kj) und
ein Ausgabegerät zur Ausgabe von Daten und Signalen bzw. eine Schnittstelle zur Verbindung mit zugeordneten Funktionsstationen (70).

20. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch ein Ausrichtungsmittel (23) zur Ausrichtung des abzubildenden Objekts in einem vorbestimmten Drehwinkel W.

21. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch Mittel zur Skalierung (61) des aufgenommenen elektronischen Bildes (B) und der Profilkurve (P0).

22. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine Auswertungselektronik mit einem Iterationsprogramm und mit Unterprogrammen zur Musterbestimmung.

23. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch einen zugeordneten Ereignisspeicher (28) und Auswertungsprogramme.

24. Anlage mit mehreren Vorrichtungen (20) nach Ansprüchen 18 bis 23, welche mit einer zugeordneten Datenbank (29), einem zentralen Leit-Rechner (30) und mit dezentralen Funktionsstationen (70) verbunden sind.

25. Identifikationsmedium (IM) für eine Person mit einem gespeicherten Profilcode der Person, welcher gemäss Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 als biometrisches Muster (K) ermittelt ist.

26. Identifikationsmedium nach Anspruch 25 zur Benützung an Erkennungsstationen (20) mit Zugangs- und Funktionsberechtigungen (71) für zugeordnete Funktionsstationen (70).

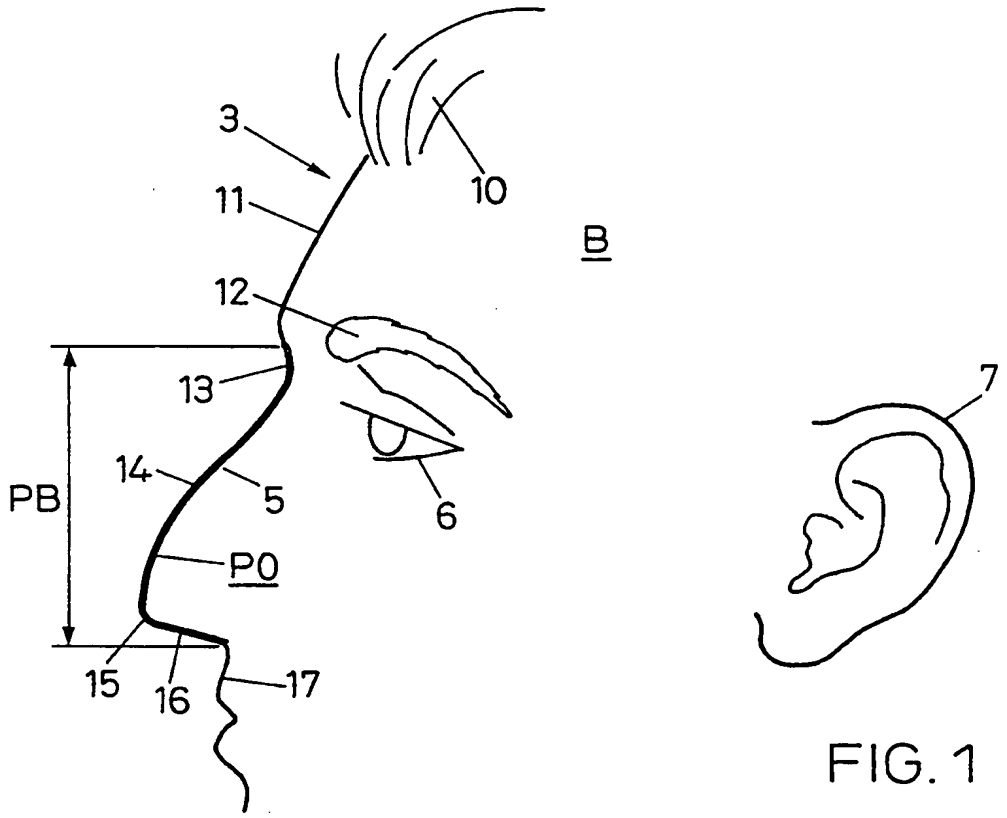

3
10
11
B
12
13
7
14
5
PB
6
P0
15
16
17

FIG. 1

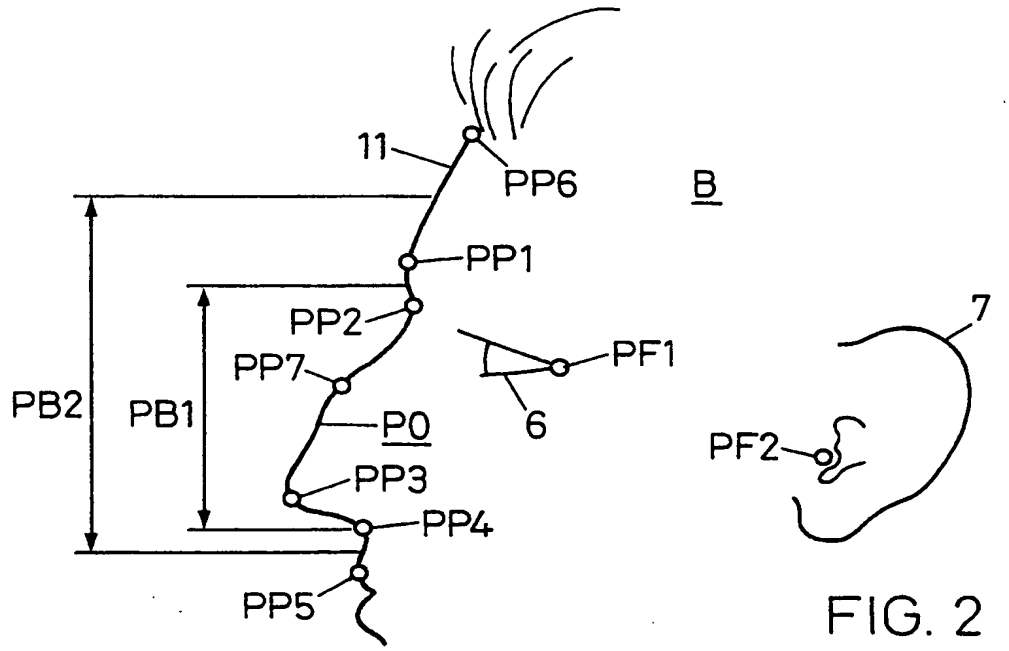

11
PP6
B
PP1
PP2
PF1
PP7
7
PB2
PB1
6
P0
PF2
PP3
PP4
PP5

FIG. 2

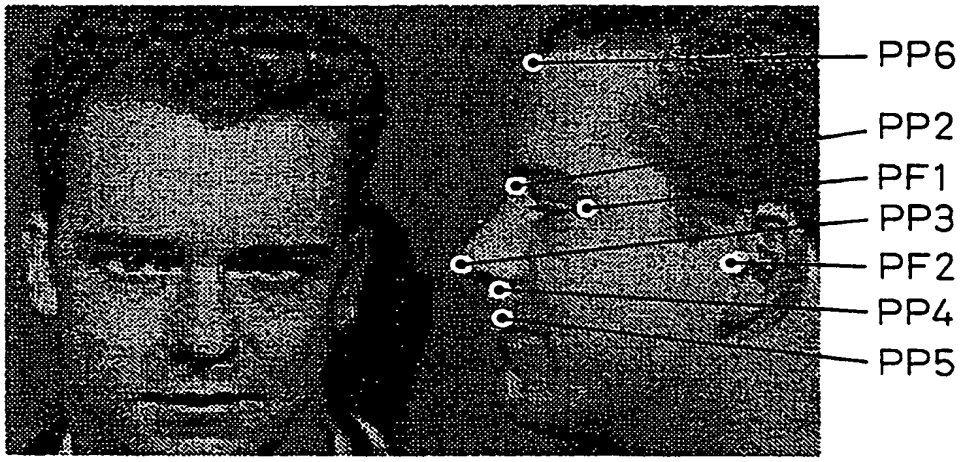


FIG. 3

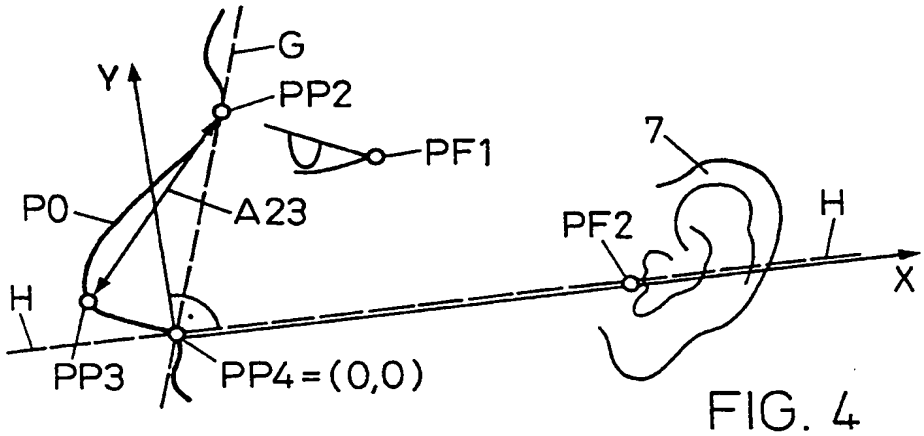


FIG. 4

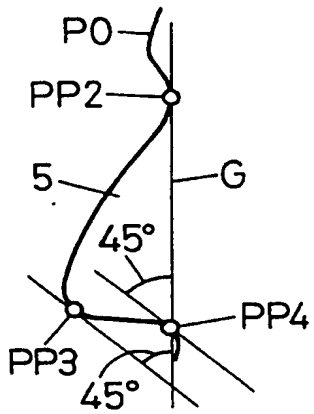


FIG. 5

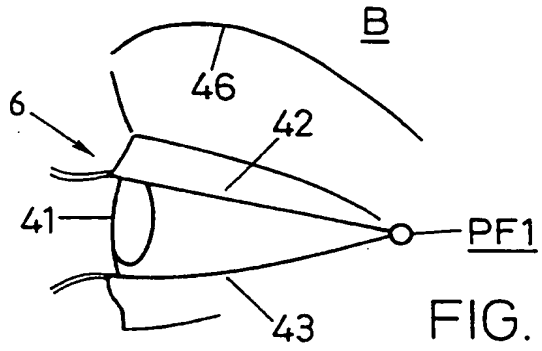


FIG. 6a

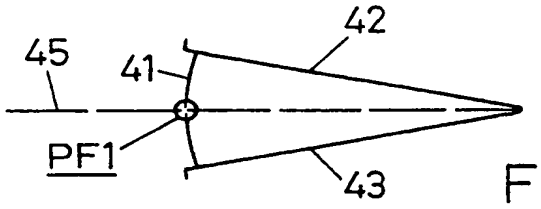


FIG. 6b

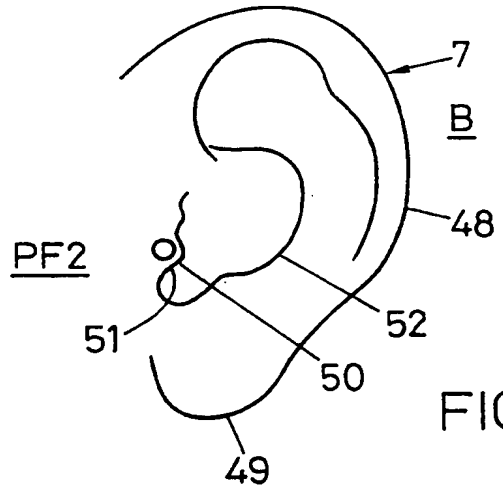


FIG. 7

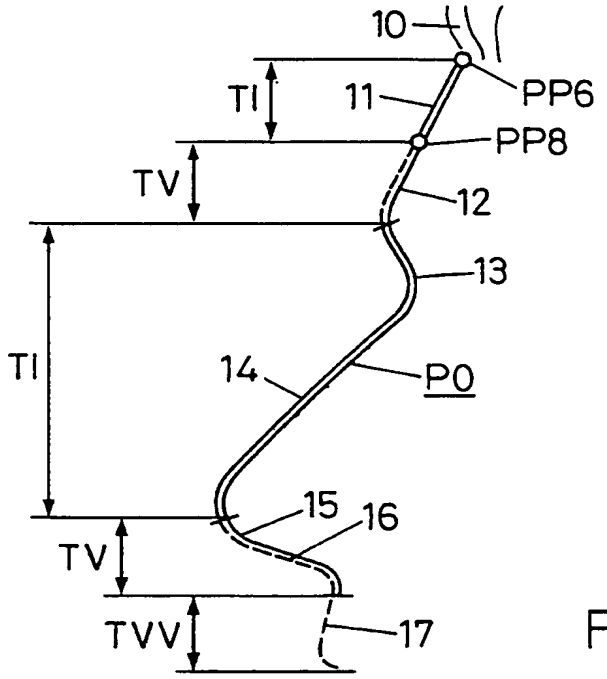

10
TI
11
PP6
PP8
TV
12
13
TI
14
P0
15
16
TV
TVV
17

FIG. 8

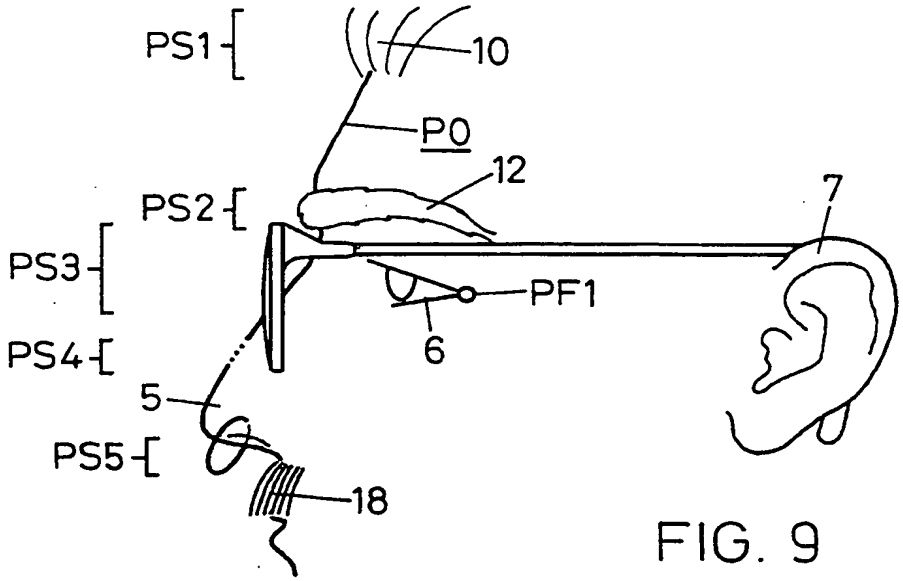

PS1
10
P0
12
PS2
7
PS3
PF1
6
PS4
5
PS5
18

FIG. 9

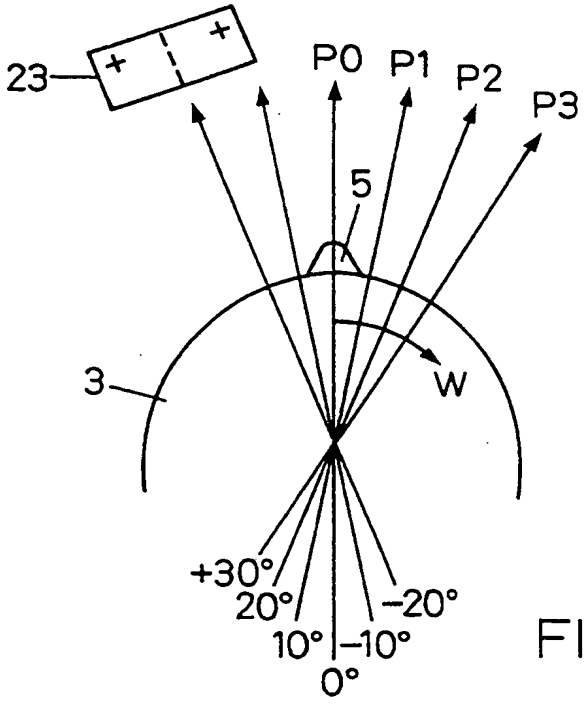


FIG. 11a

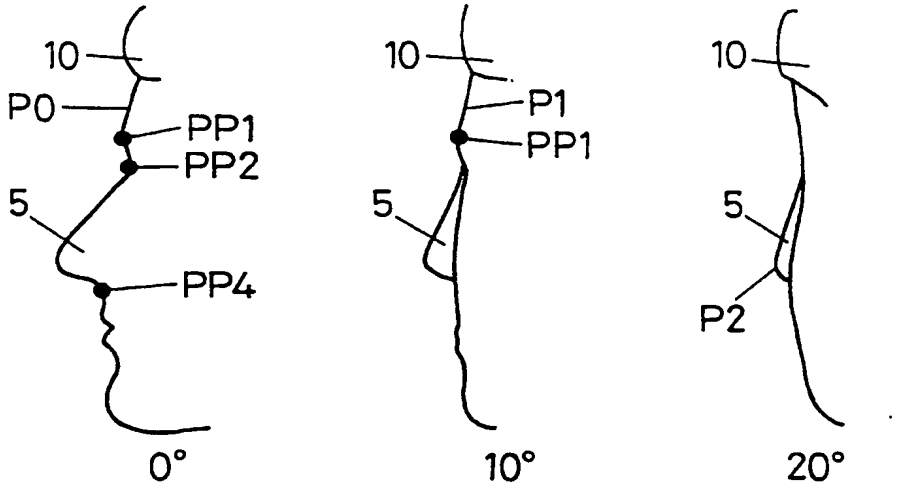


FIG. 11b

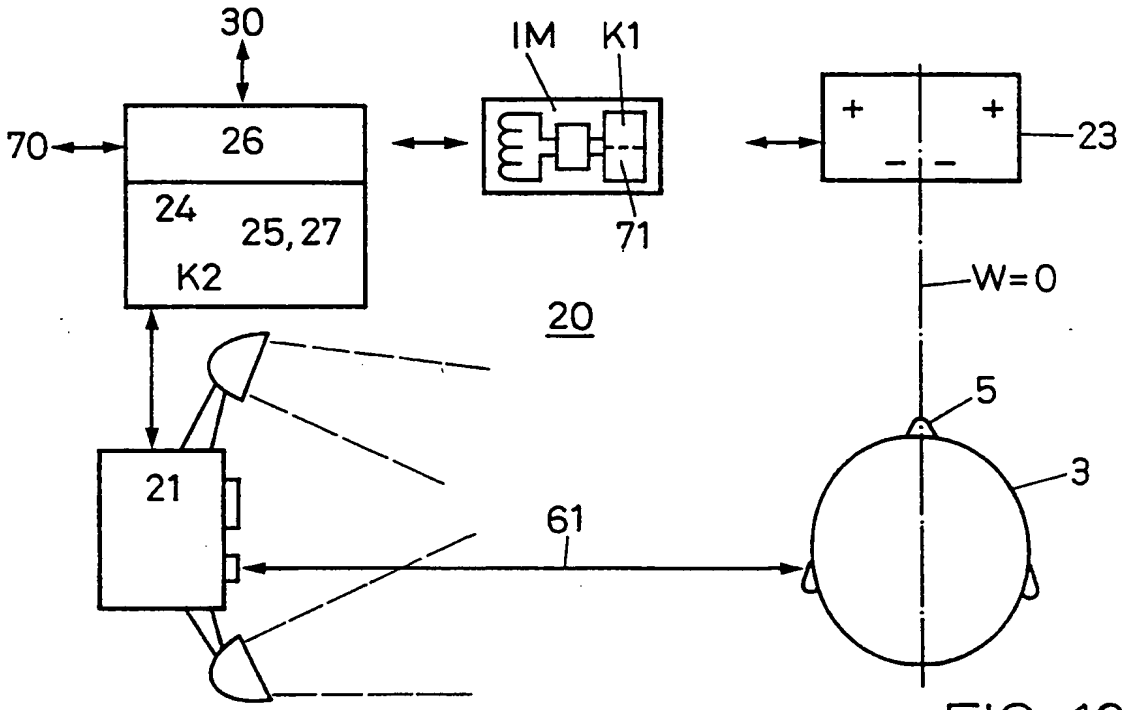

30
IM
K1
70
26
24
25,27
K2
71
+
+
23
W=0
20
5
21
3
61

FIG. 10

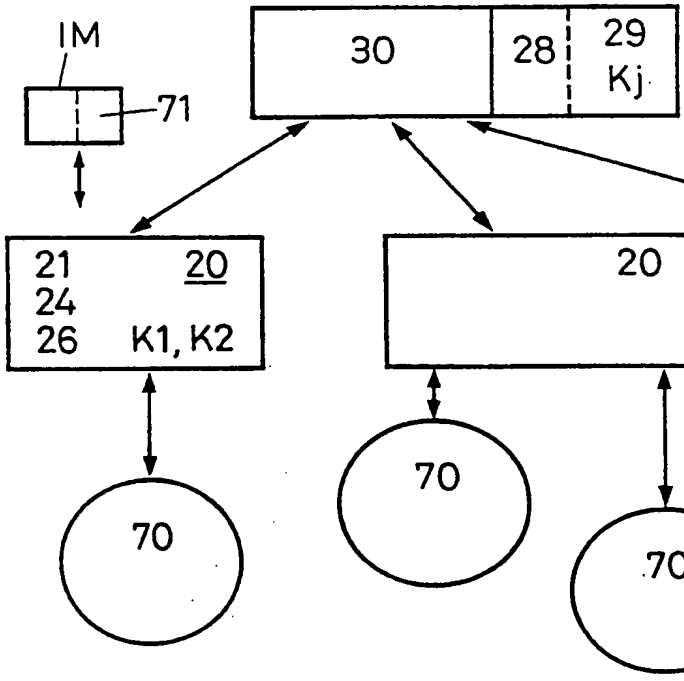

IM
71
30
28
29
Kj
21
24
26
20
K1, K2
20
20
70
70
70
70

FIG. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interm al Application No
PCT/CH 97/00242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G06K9/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HARMON L D ET AL: "Automatic recognition of human face profiles" 3RD INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION, CORONADO, CA, USA, 8-11 NOV. 1976, 1976, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 183-188, XP002043941 see page 139, paragraph 4 - page 142, paragraph 4; figures 3-5 ---	1,2,4,5, 7,8, 10-13, 18-21, 23-25
X	WU C J ET AL: "HUMAN FACE PROFILE RECOGNITION BY COMPUTER" PATTERN RECOGNITION, vol. 23, no. 3/04, 1 January 1990, pages 255-259, XP000115577 see the whole document --- -/--	1,2,8, 10,11, 18,19,25

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 October 1997	31. 10. 97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Sonius, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No
PCT/CH 97/00242

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 298 (P-620), 26 September 1987 & JP 62 090779 A (NIPPON DENSHI KIKI KK), 25 April 1987, see abstract ---	1,3,18, 25,26
X	P. BAYLOU ET AL.: "ANALYSE AUTOMATIQUE D U PROFIL DU VISAGE. RECHERECHE DU MEILLEUR CLASSIFIEUR A FIN D'IDENTIFICATION" 3ÈME CONGRÜS RECONNAISSANCE DES FORMES ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, 16 - 18 September 1981, NANCY, pages 371-382, XP002043942 see page 373, paragraph 3 - page 376, paragraph 7 -----	1,2,4,5, 7-13,19, 21,23,25

1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. ales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00242

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G06K9/48

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HARMON L D ET AL: "Automatic recognition of human face profiles" 3RD INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION, CORONADO, CA, USA, 8-11 NOV. 1976, 1976, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, Seiten 183-188, XP002043941 siehe Seite 139, Absatz 4 - Seite 142, Absatz 4; Abbildungen 3-5 ---	1,2,4,5, 7,8, 10-13, 18-21, 23-25
X	WU C J ET AL: "HUMAN FACE PROFILE RECOGNITION BY COMPUTER" PATTERN RECOGNITION, Bd. 23, Nr. 3/04, 1.Januar 1990, Seiten 255-259, XP000115577 siehe das ganze Dokument ---	1,2,8, 10,11, 18,19,25

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17.Oktober 1997	31. 10. 97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Sonius, M

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00242

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 298 (P-620), 26.September 1987 & JP 62 090779 A (NIPPON DENSHI KIKI KK), 25.April 1987, siehe Zusammenfassung ---	1,3,18, 25,26
X	P. BAYLOU ET AL.: "ANALYSE AUTOMATIQUE D U PROFIL DU VISAGE. RECHERECHE DU MEILLEUR CLASSIFIEUR A FIN D'IDENTIFICATION" 3ÈME CONGRÜS RECONNAISSANCE DES FORMES ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, 16. - 18.September 1981, NANCY, Seiten 371-382, XP002043942 siehe Seite 373, Absatz 3 - Seite 376, Absatz 7 -----	1,2,4,5, 7-13,19, 21,23,25

1